



بموجب مرسوم الملكة

مى هنرة حى
توليد وتوزيع الكهرباء
بمدينة نيويورك

للاستاذ المهندس

صلاح الدين الشاذلى

مدير ادارة المعطيات والطلبات

أقيمت بقاعة الجمعية بمصر في ١٢ فبراير سنة ١٩٥٢

مطابع دار اخبار اليوم

ESEN-CPS-BK-0000000209-ESE

00426241

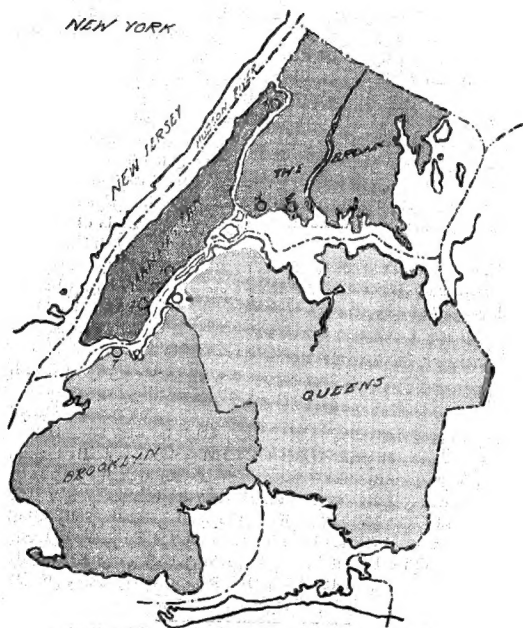
جمعية المهندسين الملكية

محاضرة حول توليد وتوزيع الكهرباء بمدينة نيويورك

للاستاذ المهندس
صلاح الدين الشاذلي
مدير ادارة المحطات والطلمبات

أقيمت بقاعة الجمعية بمصر في ١٢ فبراير سنة ١٩٥٢

خريطة مدينة نيويورك



(توليد وتوزيع الكهرباء بمدينة نيويورك)

مقدمة

مدينة نيويورك كما تعرفون حضراتكم اضخم واكبر مدينة على ظهر البسيطة حيث تبلغ مساحتها ٥٣٠ ميلا مربعا (١٣٦٠ كيلو مترا مربعا) ويبلغ عدد سكانها ثمانية ملايين نسمة وتنفرد عن باقي المدن بميزات لا شبيهة لها في مدن العالم اجمع فهي المدينة التي تبهر كل قادم اليها وتستولي على احساسه ومشاعره وهي :

اولا - تعتبر بحق مدينة الهندسة والمهندسين فبانيها الضخمة وناطحات السحاب الهائلة ومجموعة الكبارى التي ليس لها شبيه في العالم وانفاقها الطويلة المتعددة والتي تسير تحت الارض والماء وحسن تنسيق شوارعها وتخطيط طرقاتها الهندسية البديعة ومحطات توليد القوى الضخمة تجعلها مهلا للعالم المحقق والباحث المدقق .

ثانيا - من الناحية الصناعية تعتبر اكبر واضخم مدينة صناعية في العالم طرا فانتاجها الصناعى في السنة يقدر بحوالى خمسة مليارات من الدولارات وهو ما يوازي ٢٥ ٪ مما تنتجه اشهر اربعة عشر مدينة صناعية في الولايات المتحدة مجتمعة .

ثالثا - مركزها المالى والمصرفى والتجارى ليس له نظير في العالم . وكلنا يعرف ما يتمتع به ولزستريت **Wall Street** من مركز المتحكم في مال وتجارة العالم .

رابعا - مينائها اكبر ميناء في العالم ويحتوى على ٢٠٠ رصيف فستطيع ان تستقبل ٤٠٠ عابرة محيط دفعة واحدة وفي وقت واحد خامسا - بها عشرة خطوط حديدية يحملون منها واليها ٨٥ مليون طنا من البضائع في السنة .

سادسا - مطارها (لاجورديا) يدخله ويخرج منه ٢٠٠ طائرة في الساعة كما يخرج منه وينزل فيه ١٤٠٠٠ مسافرا في الساعة .

سابعا - بها من المتاحف والمكتبات العامة والمستشفيات ودور الفنون الجميلة مالا عداد لها .

ثامنا - اما متاجرها الهائلة ومحلات المودة ودور اللهو والطرب ودور السينما والمسارح والنوادرى الليلية وما شابهها فيمجز القلم عن حصرها . هذه القوة البشرية الضخمة التى تجمعت في هذه المدينة العظيمة والتي تمثل ٧٠ ٪ من سكان الولايات المتحدة الامريكية والتي وصلت الى قمة المدينة والرقى الصناعى الذى يمثل حوالى ٢٠ ٪ من الطاقة الصناعية والتجارية والمصرفية للولايات المتحدة باجمعها سخرت في خدمتها الكهرباء ولعلها في نظرى من العوامل الاولى والرئيسية لما وصلت اليه من ازدهار فاق كل وصف وما بلغته من قمة الشهرة الصناعية .

محطات توليد القوى الكهربائية

تمد هذه المدينة الصناعية بالكهرباء ثمانية محطات بخارية لتوليد القوى الكهربائية مجموع قوتها ٢٥١٧.٠٠٠ كيلوات تملك الستة محطات الرئيسية منها شركة **Consolidated Edison Company of New York** وجميع هذه المحطات متصلة ببعضها البعض على التوازي وتمد هذه المدينة الفريدة بطاقة كهربائية هائلة ليس لها مثيل في العالم حيث بلغ مجموعها خلال عام ١٩٤٦ حوالى عشرة مليارات من الكيلوات ساعة والجدول التالى يبين اسماء محطات توليد القوى الكهربائية وقوة كل منها ومقدار ما ولدته كل منها من الطاقة الكهربائية خلال عام ١٩٤٦

محطات توليد القوى الكهربائية لمدينة نيويورك

رقم مسلسل	اسم محطة التوليد	القدرة بالكيلوات	القوة المولدة كيلوات ساعة في السنة		مجموع القوة المولدة في السنة بالكيلوات ساعة
			بذنية ٦٠	بذنية ٢٥	
١	HUDSON AVENUE	٨٤٠ ٠٠٠	٢ ٩٩١ ٦٩٨ ١٠٠	٢٨ ١١١ ٦٣٠	٣ ٠١٩ ٨٦٩ ٦٣٠
٢	EAST RIVER	٢٥٩ ٠٠٠	— — — — —	٩٦٥ ٠١٦ ٢٠٠	٩٦٥ ٠١٦ ٢٠٠
٣	LONG ISLAND	٨٣ ٠٠٠	٢ ٦٤٠ ٢٠٠	٩٩ ٨٠٩ ٦٠٠	٩٧ ١٦٩ ٤٠٠
٤	WATER SIDE	٤٤٢ ٠٠٠	١ ٢٩٠ ٤٢٦ ١٠٠	٧٦٥ ٢٢٤ ٩٠٠	٢ ٠٥٥ ٦٥١ ٠٠٠
٥	PORT MORRIS	٥٦ ٠٠٠	— — — — —	١٢ ٣١٦ ٠٠٠	١٢ ٣١٦ ٠٠٠
٦	HELL GATE	٤٨٩ ٠٠٠	٢ ١٨٦ ١٦٤ ٠٠٠	٤٩٥ ٩٦٠ ٠٠٠	٢ ٦٨٢ ١٢٩ ٠٠٠
٧	CHEMAN GREEK	١٩٥ ٠٠٠	٨٤٧ ٥٠٠ ٦٦٠	— — — — —	٨٤٧ ٥٠٠ ٦٦٠
٨	GLEN WOOD	٥٣ ٠٠٠	٢٧ ٠٢٢ ١٠٠	٢٩٢ ٧٠٠	٢٦ ٧٢٩ ٤٠٠
	المجموع	٢ ٥١٧ ٠٠٠	٧ ٣٤٠ ١٧٠ ٦٦٠	٢٣٦٦ ١٥٠ ٦٣٠	٩ ٧٠٦ ٣٢١ ٢٩٠

حوالى ربع هذه الطاقة اى ٢٥ مليار كيلوات ساعة يحول الى تيار
ذبلته ٢٥ فى الثانية وذلك لاستعمالها فى القطارات الحديدية الكهربائية
(Subway) والباقي بلذبة قدرها ٦٠ فى الثانية للاضاءة والصناعة .
ويتضح لحضراتكم من الجدول السابق ان هذه المدينة تستهلك حوالى
عشرة مليارات كيلوات ساعة فى السنة وهى كمية هائلة تستوقف نظر كل
باحث مدقق فلا يوجد بلد آخر فى العالم له مثل هذه الطاقة او حتى
يمكن ان يدانيها من بعيد او قريب

ولعل من المناسب ان اذكر انها تقارب ماتستهلكه ولاية التنسى باجمعها
وهى الولاية المشهورة بغزارة مسافطها المائية المستعملة فى توليد الكهرباء
والتي طبقت شهرتها العالم اجمع .

من الغريب ايها السادة ان تعرفوا ان متوسط استهلاك الفرد من
الكهرباء فى السنة فى مدينة نيويورك هو ٧٨٥ كيلوات ساعة هو اقل من
متوسط استهلاك الفرد من الكهرباء فى السنة فى جميع انحاء الولايات
التحدة الامريكية وهو ١٢٢٩ كيلوات ساعة ومتوسط استهلاك الفرد فى
ولاية التنسى ١٩٠٣ كيلوات ساعة .

وليس هذا معناه ان ساكن مدينة نيويورك اقل حظا فى المدينة من
اخيه الامريكى بل ذلك ناتج من ان سكان هذه المدينة العظيمة رجالا ونساء
مجهدون بالعمل الصناعى والتجارى والمصرفى والعلمى والفنى وما شابهه
لدرجة ان اغلبهم يتناول طعامه وشرابه واغلب حاجياته فى المطاعم العامة
المنشرة انتشارا كبيرا فى انحاء المدينة وانه لا يستعمل البيت الا بقدر
ما يحتاجه جسمه من الراحة الضرورية للحياة .

كما ان هذا يرهان على ان الطاقة الكهربائية الهائلة المستهلكة فى هذه
المدينة انما يذهب اغلبها للصناعة والتجارة

والرسم البيانى نمرة ١ يوضح ان الحمل يبدأ فى الارتفاع بسرعة من
الساعة السادسة صباحا ويصل الى ما يقرب من القمة من الساعة التاسعة
صباحا وهو وقت بدء العمل فى البلاد الامريكية ويصل الى نهايته بين الساعة
الرابعة والخامسة مساء وهو موعد انتهاء العمل ثم يبدأ فى الهبوط السريع
بعد ذلك فى الليل فيصل الى نصف الحمل . وهذا يخالف ما نعهده فى المدن
الآخرى غير الصناعية من ضعف الحمل فى النهار وارتفاعه فى الليل بين
السابعة والثامنة مساء .

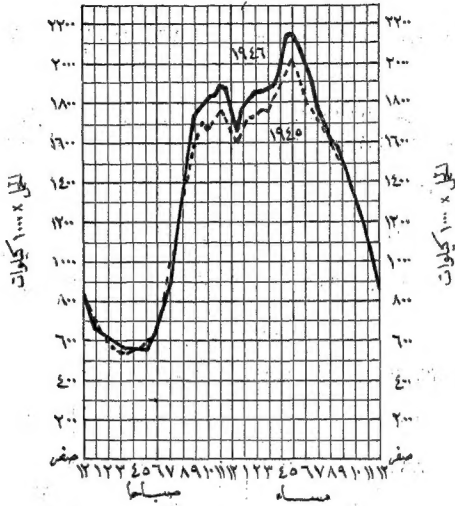
والرسم البيانى نمرة ٢ يبين ساعات تغير الحمل فى السنة .

اما الرسم التخطيطى نمرة ٣ فيبين كيفية ربط المحطات النهائية المختلفة
اما الرسم التخطيطى نمرة ٣ فيبين كيفية ربط المحطات الثانية المختلفة
بعضها ببعض وقطرة كل منها وتوزيع الحمل عليها ونصيب كل منها من
التيار ذى ال ٢٥ ذبلية والتيار المقابل ذى ال ٦٠ ذبلية كما يبين كيفية
ربط تيسار ال ٦٠ ذبلية بالمجموعة الكهربائية لمساقط نياجرا .
(Niagara Hudson) ويمكن مد هذه المجموعة بخوالى ٥٧٠٠٠

كيلوات من مجموعة محطات شركة
Consolidated Edison Co. of
New York

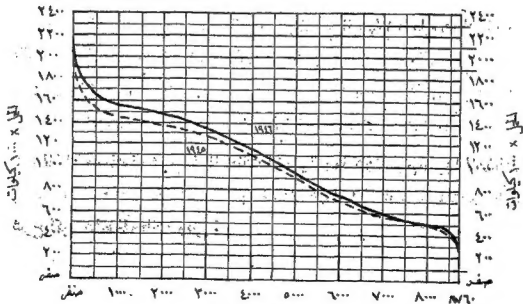
كما يربط التيار ذو ال ٢٥ ذبلية بمجموعتى شركة البسكة الحديد
B.M.T., I.R.T. ويمكن مد هاتين الشركتين بخوالى ٢٩٠٠٠ كيلوات .

الرسم البياني للحمل اليومي لمدينة نيويورك



الرسم البياني رقم ١

LOAD DURATION CURVE.



الرسم البياني رقم ٢

وفي الجدول الثاني يتضح مقدار ما استهلكته كل محطة من الوقود في سنة ١٩٤٦
أي ١٤٤٦٢ طناً في اليوم

رقم مسلسل	اسم المحطة	الفحم المستهلك في السنة بالطن	المازوت المستهلك في السنة بالطن
١	HUDSON GOLD	١,٧١٨,٩٥٥	١٠٤,٠٠٠
٢	HELL GATE	١,٣٧٦,٧١٥	١٠٨,٧٠٠
٣	EAST RIVER	٦٢٦,٠٨٢	—
٤	WATER SIDE	١,٠٢١,١٣٥	—
٥	SHERMAN GREEK	٣٩٥,٠٣٦	٣٨,١٦٠
٦	PORT MORRIS	١٨,٩٧٢	—
٧	GLEN WOOD	٩,٥٠٨	١٧,٦١٠
٨	LONG ISLAND CITY	١١٢,٣٨٥	—
	المجموع	٥,٢٧٨,٧٨٨	٢٦٨,٤٧٠

ومن هذا يتضح أن هذه المحطات تستهلك حوالي ٥ ١/٢ مليون طناً من
الفحم والوقود في السنة أي حوالي ١٤٥٠٠ طناً في اليوم الواحد .
ومتوسط ما يستهلك من الفحم لتوليد ١ كيلوات ساعة هو ١٨٦ رطلاً
رطلاً من الفحم أي حوالي ٥٠ كيلو جراماً وسعراً قدره ١٥٦٢٦ ر.هـ
ولما كان من المتعذر شرح هذه المحطات الثمانية مهما كان الشرح موجزاً لأن ذلك
يحتاج إلى وقت طويل لا تسمح به محاضرة واحدة فاني سبقتصر على
شرح أكبر هذه المحطات وهي :

Hudson Avenue Generating Station

تعتبر هذه المحطة اكبر محطة توليد بخارية لتوليد الكهرباء في العالم قوتها ٧٧٠.٠٠٠ كيلوات اى حوالى مليون حصان - وقد بدىء فى انشائها سنة ١٩٢٢ وكانت قوتها عندئذ ٤٠٠.٠٠٠ كيلوات عبارة عن ثمان وحدات تربينية قوة كل منها ٥٠.٠٠٠ كيلوات .

ولم يمض الا بضع سنوات على انشائها حتى الحت ضرورة ارتفاع الحمل ارتفاعا كبيرا على معالجة توسيع هذه المحطة وتكبير قوتها من غير المساس بمبانيها الاصلية فوجد من الضرورى وضع وحدات اكبر واقرى فى نفس مواضع بعض الوحدات القديمة الصغيرة

وقد استطاع التقدم العلمى التغلب على هذه المشكلة وذلك بتصميم القيزانات والتربينات البخارية ذات الضغط العالى ودرجة الحرارة المرتفعة وامكن بذلك مضاعفة قوة المحطة وفى نفس مبانيها ومن غير البعد كثيرا عن التصميم الاولى لها .

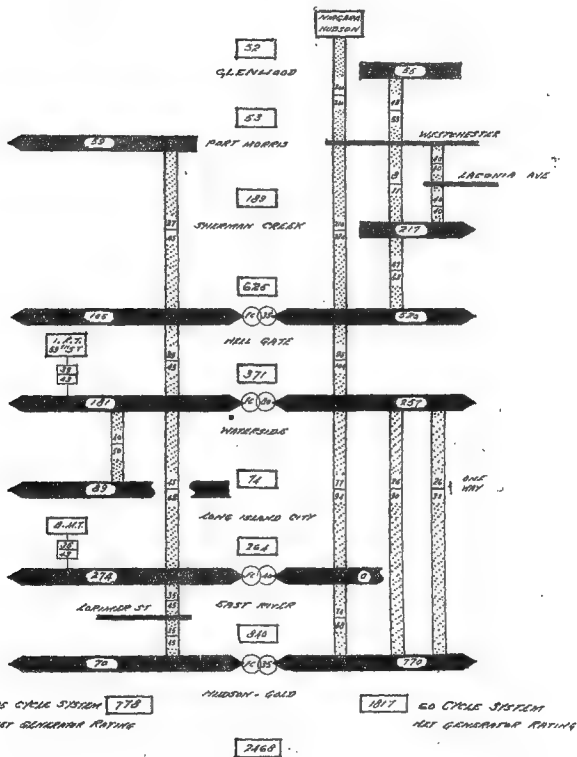
وتحتوى هذه المحطة على هذه الوحدات الآتية :

اسم الوحدة	قوة كل منها بالكيلوات	المجموع بالكيلوات
١ — ٢ — ٣	٥٠,٠٠٠	١٥٠,٠٠٠
٤	٨٠,٠٠٠	٨٠,٠٠٠
٥ — ٦	١١٠,٠٠٠	٢٢٠,٠٠٠
٧ — ٨	١٦٠,٠٠٠	٣٢٠,٠٠٠

طريقة ربط المحطات ببعضها

25 CYCLE

60 CYCLE



TOTAL SYSTEM
NET CAPABILITY

الرسم التخطيطي رقم ٣

أى ثمانية وحدات مجموع قوتها ٧٧٠٠٠٠ كيلووات

وتقع هذه المحطة عند مصب النهر الشرقى (East River) ومبدأ طريق الهندس (Hudson Avenue) وتجاور ترسانة بحرية الولايات المتحدة الأمريكية والرسم التخطيطى المرفق نمرة ٤ يبين الموقع التخطيطى لمبنى وآلات هذه المحطة كما يظهر الرصيف البحرى حيث ترسو البواخر وناقلات الفحم والمازوت التى تمد المحطة بما يلزمها من الوقود . كما يظهر مبنى لوحات التوزيع الكهربائية والمحولات . وهذا المبنى يفصله عن مبنى المحطة الرئيسى شارع مارشال (Marshal Street) ويتصل به من اعلا بواسطة ثمان كبرى تحمل كابلات التغذية وخلافها .

عنبر القيزانات البخارية

يحتوى عنبر القيزانات على ثمانى صفوف كل صف به اربعة قيزانات
أى أن مجموع القيزانات البخارية هو ٣٢ قيزانا .

وكان كل صف منها اى ثلاثة قيزانات يكفى لد تربينة بخارية واحدة قوة ٥٠٠٠٠ كيلووات فلما دعت الحاجة لتقوية المحطة واضطرت الشركة لوضع تربينات اكبر قوة ظهرت الصعوبة فى وضع قيزانات ذات سعة اكبر فى نفس المكان المحدد التى كانت تشغله سابقتها الاصغر . خصوصا عندما اريد تركيب الوجدتين الضخمتين ٧ و ٨ والتى تحتاج كل منهما الى قيزانات سعة كل منها اكثر من ثلاثة امثال سابقتها والتى كانت مركبة فى الصفين الاخيرين مما اجبر المهندسين على عمل تصميمات خاصة لهذه القيزانات رغم الحجم المحدد الذى لم يزد الا قليلا فى الارتفاع والمساحة . فشكلت مواسير القيزانات بطريقة تزيد من تكبير جحومها

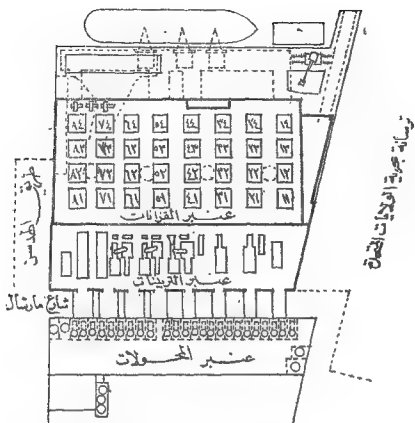
وامكن بذلك وضع ٣٨٤٦ قدما مربعا (٣٦٠ مترا مربعا) من مواسير المياه الحائطية كما امكن تركيب هذه المواسير للحوائط الاربعة للقرن وامكن بذلك تصغير حجم القيزان مع تكبير سطح التسخين والتبخير .

واصبح حجم فرن القيزان الجديد ١٤٠٠٠ قدم مكعب (٤٢٠ مترا مكعبا) ويحتوى على ثلاثة اسطوانات (Drum) قطر كل منها ٥٤ بوصة (١٣٥) سم وسمك جدارها المصنوع من الصلب ١/٢ بوصة (١٢ مم) اما قطر الاسطوانة الرابعة الجافة (Dry Drum) فهو ٤٨ بوصة (١٢٠ سم) . وسمك جدارها ٢ بوصة (٥٠ مم)

ومساحة سطح التسخين للقيزان (Boiler Heating Surface) ٢٣٨٨٠ قدما مربعا ٢٣٢٢٠٠

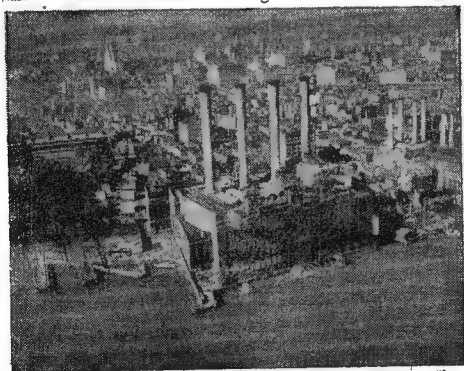
تشغل قيزانات الصفوف ١-٢-٣ على ضغط قدره ٢٦٥ رطلا على البوصه المربعة (١٩ كجم / ١ سم ٢) اما باقى القيزانات فتشغل على ضغط قدره ٤٠٠ رطل/بوصه مربعة (٢٠ كجم / ١ سم ٢) ودرجة حرارة البخار ٧٣٠ ° فهرنهيت (٣٨٥ ° مئوية)

قدرة كل قيزان من الصفوف الثلاثة الاولى ١٤٦٠٠٠ رطل بخار فى الساعة (٦٦ طنا فى الساعة) .



مسقط افق لمحطة حدس افيني

الرسم التخطيطي رقم ٤



منظر عام للمحطة

قدرة كل قيزان من الصف الرابع ٢٣٥٠٠٠ رطل بخار في الساعة
(١٠٧ طنا في الساعة)
قدرة كل قيزان من الصفين ٥ - ٦ ٣٥٠٠٠٠ رطل بخار في الساعة
(١٦٠ طن في الساعة)
قدرة كل قيزان من الصفين ٧ - ٨ ٦٠٠٠٠٠ رطل بخار في الساعة
(٢٨٠ طن في الساعة)

تأمين المحطة بالوقود

تستهلك محطة الهدسن افينيو (Hudson Avenue) حوالى ١٧١٨٦٥٥ طنا من الفحم في السنة أي حوالى ٤٧٠٠ طنا من الفحم في اليوم الواحد وهذه الكمية تنقل كما قلنا سابقا بالبواخر والصنادل الى رصيف هذه المحطة البحرى حيث تفرغ بواسطة ثلاثة أبراج كهربائية ضخمة تشتغل فيها اوناش تعمل اتوماتيكيا فوق هياكل معدنية من الصلب .

وسعة جاروف كل من هذه الاوناش ٢١/٢ طنا التى ترفع الفحم لعلو ٢٠٠ قدم (٦٠ مترا) ويمكن لهذه الابراج ان ترفع وتطحن ٣٠٠ طن من الفحم في الساعة .

وهذا الفحم المطحون المعد للحريق ينقل اتوماتيكيا كذلك على عربات حديدية سعة كل منها ٥ اطنان وتسير بالكهرباء على قضبان حديدية فوق مستقبل الفحم المطحون (Hooper) للقيزانات المختلفة ومنا تسحب مبنى المحطة حيث توزع حمولتها بعد وزنها على المجرى الموصلة الى بالهواء المضغوط لتغذية حواقر اللهب .

الجلخ واثربة الفحم المختلفة من الحريق

اما مخلفات الحريق من الجلخ واثريته فانها تسقط من الباطات المتحركة (Stokers) فوق طواحين ذات درافيل ثم تتجمع في حجرات مصنوعة من الزهر ومبطنة بالطوب الحرارى ولها ارضية من الخرسانة وفي اسفلها بوابات عندما تفتح ويندفع التراب منها فى مجرى طويل بعرض عنبر القيزانات بواسطة تيار مائى يتدفق من فتحات ذات ضغط (Water Jets) تنظم باليد فتدفع امامها بقوة هذه المخلفات الى احواض ترسيب قريبة من الميناء ومن هذه ترفع بواسطة اوناش كهربائية الى ناقلات بحرية لالتقاءها في سط البحر للتخلص منها

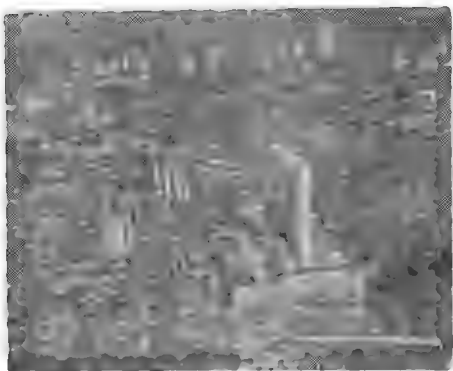
التربينات البخارية

والجدول التالى يبين التربينات البخارية المختلفة وتاريخ انشائها وقوة كل منها

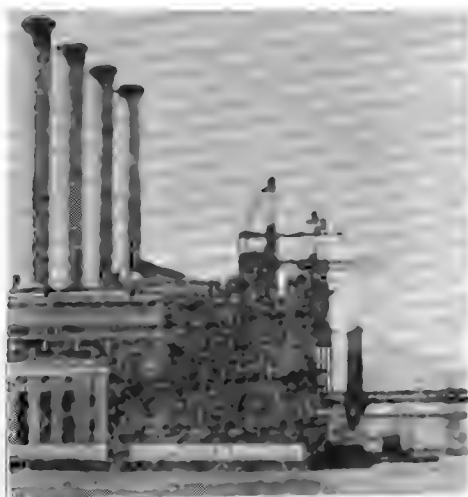
التريبيات البخارية

والجدول التالي يبين التريبيات البخارية المختلفة وتاريخ إنشائها وقوة كل منها

اسم الوحدة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
تاريخ التركيب	١٩٢٤	١٩٢٤	١٩٢٤	١٩٢٦	١٩٢٨	١٩٣٠	١٩٣٢	١٩٣٢
صناعة شركة	جسترا الكرك	جسترا عارس	جسترا عارس	جسترا عارس	جسترا عارس	جسترا عارس	جسترا الكرك	جسترا الكرك
القوة بالكيلوات	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٨٠٠٠٠	١١٠٠٠	١١٠٠٠٠	١٦٠٠٠٠	١٦٠٠٠٠
ضغط البخار رطل	٢٦٥	٢٦٥	٢٦٥	٣٧٥	٤٠٠	٤٠٠	٤٠٠	٤٠٠
درجة حرارة ف	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠
معامل القوة	٠.٨	٠.٨	٠.٨	٠.٩	٠.٨	٠.٨	٠.٨	٠.٨
الذيدية	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠
السرعة في الساعة	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠
سطح الكندنة	٧٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	٨٠٠٠٠	٨٨٥٠٠	٨٨٥٠٠	١٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠
قدما مربعا								
المياه اللازمة للكندنة								
جالت في الدقيقة	٦١٦٦٥	٦١٦٦٥	٥١٦٦٥	٥٠٨٥٠	٦٧٥٠٠	٦٧٥٠٠	٧٣٠٠٠	٧٣٠٠٠



منظر عام للمحطة



منظر بين ابراج الفحم للمحطة

المولدات الكهربائية

المولدات الكهربائية للوحدات الثلاثة الأولى قوة كل منها ٥٠٠٠٠ كيلوات وسرعتها ١٢٠٠ لفة في الدقيقة
والمولد الرابع قوة ٨٠٠٠٠ كيلوات
والمولدين للوحدتين الخامسة والسادسة قوة كل منهما ١١٠٠٠٠ كيلوات
والمولدين للوحدتين السابعة والثامنة قوة كل منهما ١٦٠٠٠٠ »
والمولدات الخمسة الأخيرة سرعتها ١٨٠٠ لفة في الدقيقة
والمولدات ١ - ٧ - ٨ صناعة شركة الجنرال إلكتريك
والمولدات ٢ - ٣ - ٤ - ٥ - ٦ صناعة شركة ويستنج هاوس

وتبرد هذه المولدات جميعها بواسطة مراوح كبيرة تديرها محركات كهربائية موضوعة فوق سطوح المولدات لضغط الهواء البارد بالماء بين جدران المولدات تبريدها ويحتاج كل من الستة مولدات الأولى الى اثنين من هذه المراوح اما الودحتين ٧ - ٨ فتحتاج كل منهما الى اربعة مراوح .
ويتصل بكل من هذه المولدات اتصالا مباشرا بمغذى اقطاب ٢٥٠ فولت والمولدات جميعها تولد تيارا كهربائيا ضغطه ١٣٨٠٠ فولت .

ويتصل كل مولد بثلاثة محولات من النوع المسمى اوتو ذى الوجه الواحد (Single-Phase Auto-transformer)

وتوصيلة المولدات من نوع النجمة (Y Star) ذى الثلاثة أوجه حيث توصل نقطة التعادل بالمولد (Neutral) بنقطة تعادل المحولات الثلاثة المتجمعة والموصلة جميعها الى الأرض (Earthed) .
ويحول الضغط الكهربائي من هذه المحولات الى ٢٧٦٠٠ فولت حيث يوصل الى قضبان توزيع الكهرباء (Bus-Bars) ومن هذه تخرج

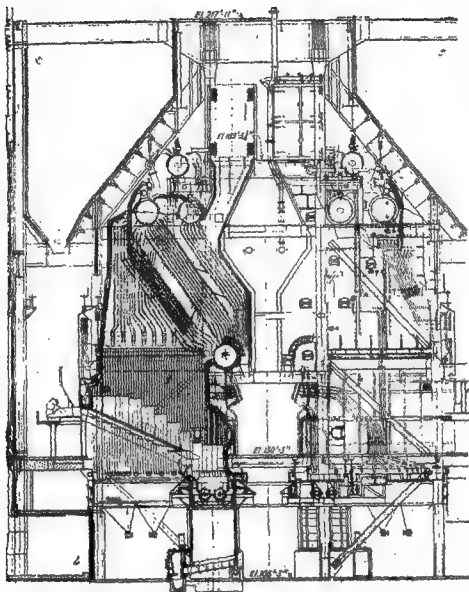
تربينات الضغط العالي (Topping-Turbines)

كبلات التغذية ذات الضغط العالي لانهاء المدينة المتفرقة
ولما كانت محطة الهندس افينيو التى وصفتها لحضراتكم لم يركب لها بعد واحدة من الـ Topping-Turbines رأيت ان اسرد لكم وصفا موجزا عنها قبل البدء فى شرح طريقة توزيع الكهرباء فى المدينة .

منذما ثبتت الفوائد الاقتصادية الكبيرة للتربينات والقيزانات البخارية ذات الضغط ودرجة الحرارة العاليتين فى السنين العشرة الاخيرة وفضلت بكثير ميلاتها ذات الضغط ودرجة الحرارة العاديتين المعروفة الى بضع سنين مضت وخصوصا عندما أمكن احلال الوحدات الجديدة فى نفس المكان الذى كانت تشغله الوحدات القديمة حتى امكن مضاعفة قدرة محطات توليد القوى الكهربائية وزيادة قدرتها زيادة كبيرة تتناسب والزيادة المضطرة فى طلبات هذه المدينة وذلك فى نفس مباني المحطات الاصيلة .

فقد وضعت شركة Consolidated Edison ستة وحدات من هذا النوع فى ثلاثة من محطاتها وهى :

- | | |
|---------------|----------|
| Hell Gate | ١ - محطة |
| River Side | ٢ - محطة |
| Sherman Creek | ٣ - محطة |
- وتقوم الشركة بتركيب وحدتين أخرتين منها الآن



قطاع راسي للقيزانات البخارية

والحفراتكم وصفا موجزا عن هسلدا النوع من التربينات والقيزانات البخارية :

سعة القيزان : ١٠٠٠ رطل من البخار في الساعة (٥٠ طننا في الساعة)

ضغط البخار : ١٦٠٠ رطل على البوصة المربعة (١١٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع)

درجة حرارة البخار : ٩٥٠ فهرنهايت (٥١٠ مئوية)

ويحتوى القيزان على اربعة اسطوانات للبخار (Drum) قطر كل منها ٥ قدم (١٥٠ سم) وسكك بدنها ٥ بوصه (١٢٥ مم) والرسم المرفق يبين كيفية توصيل تربينات التقوية Topping Turbine بالوحدات القديمة ذات الضغط الواطى .

وتسير العملية كالآلى :

١ - يرفع الفحم بالاوناش الكهربائية اتوماتيكيا الى مخازن الفحم (Bunker)

ب - يطحن الفحم في مطاحن خاصة ثم يدفع اتوماتيكيا الى حواقر اللهب (Burners)

ج - الفحم المطحون والهواء المضغوط بواسطة الراج الكهربائية يغذيان حواقر اللهب بالنسب الصحيحة لجعل الاحتراق كاملا .

د - القيزان البخارى سعة المليون رطل في الساعة

هـ - اسطوانة البخار (Drum) حيث يخرج البخار بضغط ١٦٠٠ رطل على البوصة المربعة ودرجة حرارة ٩٥٠ درجة فهرنهايت .

و - الماسورة الرئيسية المقلية لبخار الضغط العالى قطرها ١٦ بوصة (٥٠ سم) وسكك جدارها ١ ٧/٨ بوصة (٤٧ مم)

ز - بخار الضغط العالى ودرجة الحرارة العالية يدخل التربينه العليا (Topping) والتي تدير مولدا كهربائيا قوة ٥٠٠٠٠ كيلوات .

ح - يخرج البخار من عادم التربينه العليا فى ماسورة صلب قطر ٢٤ بوصة (٩٠٥ سم) وسكك جدارها ٢ ١/٤ بوصة (١٨ مم) بضغط قدره ٢٠٠ رطل على البوصة المربعة ودرجة حرارة قدرها (٥٠٠) درجة فهرنهايت حيث يغلى تربينة اخرى من ذات الضغط الواطى وقوتها ٥٠٠٠٠ كيلوات

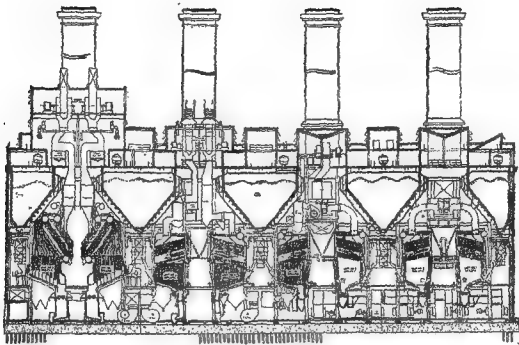
ط - التربينات ذات الضغط الواطى ومولداتها الكهربائية .

ك - بخار العادم من هذه التربينات يكثف من المكثفات

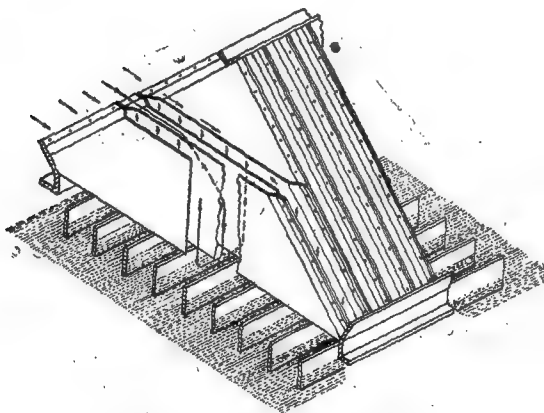
ل - طلمبات التفذية ترفع البخار المكثف فى المكثفات لتفذى به القيزانات ثانيا

م - القيزانات ذات الضغط الواطى ٢٠٠ رطل على البوصة المربعة ودرجة حرارة قدرها ٢٠٠ درجة فهرنهايت

ى - موصل البخار الذى يستعمل لتسخين وتدفئة المنازل والمحلات .



قطاع رأسى يبين اتصال القيزانات الأربعة والثلاثون بالمداخن الأربعة



مَصِيدَةُ الذَّرَافِ الكَرْبُونِيَّةِ «الطَّيَابِ»

مصادر ذرات الكربون (الهباب) Cinder Catcher

لما كانت اغلب هذه المحطات موجودة داخل المدينة وتجاور الفحم المباني وارقى الاحياء اصبح من الضروري وضع اجهزة في مجاري المداخن للتخلص من اللرات الكربونية السوداء (الهباب) للتطابق مع الغازات المتصلة.

والنظرية الرئيسية لهذه المصائد هي تغيير اتجاه سير الغازات المتصاعدة الى اعلا في المدخنة وتعويق قصورها الذاتي مما يسبب انفصال اللرات (الهباب) (Cinder) والاجهزة المستعملة في محطات توليد القوى بمدينة نيويورك كالوضحة بالرسم نمرة ١١ ونظريتها هي تقسيم الغازات المتصاعدة داخل عدد كبير من المجاري والحرارات الضيقة حيث يعكس طريق سيرها في جهاز مثلثي الشكل مع تعريض اكبر سطح منها لיתماس مع سطح المياه الجارية حيث تنفصل اكبر نسبة مثوية من اللرات الكربونية (الهباب) العالقة بالغازات فيجرفها الماء بعيدا الى المجارى الماء.

طريقة توزيع التيار الكهربائي في المدينة

تولد محطات توليد القوى الثمانية المذكورة تيارا كهربائيا ضغطه كما ذكرنا ١٣٨٠٠ فولت لم يرفع بمحولات Single-Phase Auto Transformers الى ضغط قدره ٢٧٦٠٠ فولت الى قضبان التوزيع وهذا هو الضغط الذي تغذي به المدينة بواسطة كابلات ارضية ذات الضغط العالي (High Tension Feeder Cables) .

ولما كان من الضروري لمدينة صناعية ضخمة كنيويورك اتخاذ اقوى الضمانات لاستمرار تدفق التيار الكهربائي للمستهلك في كل لحظة وتقضي كل ما يملكه العلم من ضمانات لعدم انقطاع التيار لاي سبب كان فقد ابيحت فكرة ال (Consolidated Edison) نظام التوزيع الشبكي للتيار المتغير ذي الضغط الواطي

The low voltage alternating current network system وذلك بوضع حلقات مقفولة ومتوازية من كابلات التغذية الارضية ذات الضغط العالي (٢٢٠٠٠) تحت ارض شوارع المدينة المختلفة حيث تمت في مواسي خرسانية وبحيث تكون متقاربة ومتداخلة وموصلة بالمحولات الكهربائية ذات الضغط العالي والموضوعة في جدران خرسانية مبنية تحت الارض عند تقاطع الشوارع ومقاس هذه الجدران هو ١١ قدم (٣٣٠ سم) في الطول و٤ قدم (١٢٥ سم) في العرض ١/٤ و١/٦ قدما (١٨٧ سم) في الارتفاع ولهذه الجدران غطاء من الصلب يسمح بتهوئة هذه المحولات .

وهذه الجدران تتسع كذلك لتجميعات كابلات الضغط العالي وكابلات الضغط الواطي .

وهذه المحاولات يمدّها تيار الضغط العالي من عدة مقسّديات وذلك لضمان استمرار تغذية المستهلك بالتيار بدون انقطاع وذلك عند فصل



أبراج ومطاحن اللحم

أحد كبلات التغذية للإصلاح أو لخلافه وحتى في حالة فشل مغذيين في وقت واحد لسبب أو لآخر .

وهذه المحولات تحول التيار الكهربائي ذي الضغط العالي الواصل إليها من محطات توليد القوى الكهربائية إلى التيار ذي الضغط الواطئ المستعمل والذي يسهل في شبكة من الكابلات الأرضية لمد المستهلك بما يلزمه من الكهرباء .

وهذه الشبكة كذلك مكونة من عدة حلقات متوازية ومتصلة ببعضها البعض وتحمي كل منها المصهرات ومفاتيح الأمان الأتوماتيكية والتي توصل أو تفصل المحولات أتوماتيكيا من الشبكة كلما احتاجت العملية إلى ذلك . وكابلات شبكة الضغط الواطئ تمتد في جميع الشوارع وتربط حلقاتها ببعضها البعض تحت تقاطع الشوارع .

وفي الأمكنة الصناعية والمباني الضخمة المزودة التي تستهلك كميات كبيرة من الكهرباء تقوى هذه المناطق بعدد آخر من حلقات الكابلات الأرضية المتوازية حيث تربط كذلك بالشبكة الرئيسية .

وتسير حلقات كابلات التغذية ذات الضغط العالي عمودية على الشبكة الأرضية لتغذية ناطحات السحاب حيث تمر في مجارى خرسانية عملت لها خصيصا لتتصل بعدة محولات موضوعة داخل هذه المباني ومن ذات النوع الموضوع تحت أرضية الشوارع لمد هذه الناطحات بما تحتاجه من الكهرباء وحلقات التغذية العمودية هي امتداد للشبكة الأرضية ومتصلة بها من عدة مواضع لضمان سبل الكهرباء في جميع الأوقات .

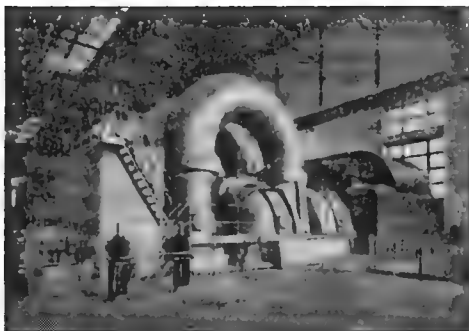
ويوصل التيار للمستهلكين من صناديق التوزيع المشتركة أو من حجرات تجمع الكابلات الأرضية (Cable Manholes) .

هذه الحجرات كتشيبتها الخاصة بمحولات الضغط العالي مبنية تحت أرض الشوارع من الخرسانة المسلحة ويوصل قاعها بالمجاري الرئيسية وتحمل على جدرانها كابلات الضغط العالي وشبكة كابلات الضغط الواطئ بواسطة حبال مصنوعة من الصلب وجميعها موضوعة بطريقة منظمة تنظيماً دقيقاً . وتبنى بقرب حجرات المحولات وعلى أبعاد متقاربة وإمام المساني الكبيرة .

وقالبتها تسهيل سحب الكابلات من مجاريها ووضع خلافاً أو وصلها

صناديق التوزيع

تبنى أيضاً هذه الصناديق من الخرسانة المسلحة وتوضع أيضاً تحت الأرض وحجمها ٣ × ٤ قدم وعمقها ثلاثة أقدام وتوضع على أبعاد لا تزيد على ١٠٠ قدم وهي خاصة بالجهات والشوارع ذات الحمل المحدود ويكفي كل منها لتغذية ستة مستهلكين وتغذي المباني المختلفة من هذه الصناديق بكابلات داخل مواسير من الصلب يحميها عدد من المصهرات داخل هذه الصناديق .



التربينات البخارية



المولدات الكهربائية

ويبلغ عدد العدادات الكهربائية بمدينة نيويورك ٢٦١٢٢٦٩ عدادا وطول الكابلات الأرضية المستعملة ٤٥٦٥ ميلا (٧.٠٠٠ كيلو مترا)

سعر الكهرباء بمدينة نيويورك

- ١ - يدفع المستهلك ١٥٠ دولارا أى ٥ قرشاً على الأقل إذا كان استهلاكه لا يزيد عن ٢٠ كيلوات ساعة في الشهر الواحد
- ٢ - ويدفع بعد ذلك ٥ سنت أى ١٥ مليماً من كل كيلوات ساعة يزيد وذلك إلى ٨٠ كيلوات ساعة التالية في الشهر الواحد
- ٣ - ثم يدفع ٤ سنت أى ١٢ مليماً من كل كيلوات ساعة يزيد على ١٠٠ ك. و. س. وذلك إلى ١٨٠ ك. و. س. في الشهر الواحد
- ٤ - ثم يدفع ٣ سنت أى ٩ مليماً من كل كيلوات ساعة يزيد على ١٨٠ ك. و. س. وذلك إلى ٢٥٠ ك. و. س.
- ٥ - ثم يدفع ٢ سنت أى ٦ مليماً من كل كيلوات ساعة يزيد على ٢٥٠ ك. و. س. في الشهر الواحد

TYPICAL TOPPING TURBINE INSTALLATION

